



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 198 41 828 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 K 6/02

②1 Aktenzeichen: 198 41 828.0  
②2 Anmeldetag: 12. 9. 1998  
④3 Offenlegungstag: 23. 3. 2000

DE 198 41 828 A 1

⑦1 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Baumgärtner, Walter, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE;  
Meier, Klaus, Dr., 71397 Leutenbach, DE; Rennefeld,  
Alfons, Dipl.-Ing., 70327 Stuttgart, DE; Seiler, Jakob,  
Dipl.-Ing., 70193 Stuttgart, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

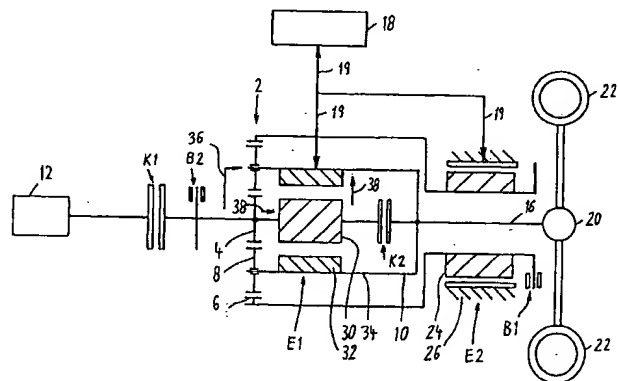
DE 197 20 716 A1  
DE 197 17 884 A1  
DE 44 07 666 A1  
DE 41 24 479 A1  
DE 24 36 546 A1  
JP 09-1 75 199 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hybridantrieb, insbesondere für Fahrzeuge

⑤7 Hybridantrieb, insbesondere für Fahrzeuge. Ein Überlagerungsgetriebe (2) hat einen von einem Primärmotor (12) antreibbaren Zweig (4), welcher auch mit einem rotierbaren Teil einer ersten elektrischen Maschine (E 1) drehfest verbunden ist; einen mit einem rotierbar angeordneten Rotor (24) einer zweiten elektrischen Maschine (E 2) drehfest verbundenen Zweig (6); um einen mit einer Abtriebswelle (16) drehfest verbundenen Zweig (10), mit welchem der ebenfalls rotierbar angeordnete andere Maschinenteil (32) der ersten elektrischen Maschine (E 1) drehfest verbunden ist. Der Rotor (24) der zweiten Maschine (E 2) ist durch eine Bremse (B 1) wahlweise festsetzbar oder zur Rotation freigebbar.



DE 198 41 828 A 1

Die Erfindung betrifft einen Hybridantrieb, insbesondere für Fahrzeuge, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein Hybridantrieb dieser Art ist aus der DE-A-24 36 546 bekannt. Bei ihm ist ein Primärmotor mit einem Planetenträger eines einfachen Planetengetriebes verbunden, dessen Hohlrad mit einer Abtriebswelle verbunden ist, auf welcher ein Rotor einer zweiten elektrischen Maschine (Motor/Generator) drehfest angeordnet ist, dessen Stator ortsfest nicht-rotierbar angeordnet ist. Ein zentrales Sonnenrad des Planetengetriebes ist mit einem Rotor einer ersten elektrischen Maschine (Motor/Generator) verbunden, dessen Stator ebenfalls ortsfest nicht-rotierbar angeordnet ist. Der mit dem Primärmotor verbundene Teil (Planetenträger) des Planetengetriebes ist durch eine schaltbare Kupplung mit der Abtriebswelle direkt verbindbar. Die beiden Elektromaschinen können je nach Fahrbetrieb des Hybridantriebes als elektrischer Motor oder als elektrischer Generator arbeiten. Die gleiche Art eines Hybridantriebes zeigen auch die DE-A-41 24 479 und DE-A-197 17 884.

Bei einer anderen Art eines Hybridantriebes nach der JP-A-09175199 ist ein Primärmotor an das zentrale Sonnenrad eines einfachen Planetengetriebes angeschlossen, dessen Hohlrad mit einer Abtriebswelle verbunden ist, die mit dem Rotor einer zweiten elektrischen Maschine (Motor/Generator) drehfest verbunden ist, deren Stator ortsfest nicht-rotierbar angeordnet ist. Der Planetenträger des Planetengetriebes ist mit einem Rotor einer ersten elektrischen Maschine (Motor/Generator) verbunden, dessen Stator ebenfalls rotierbar angeordnet und mit dem Sonnenrad drehfest verbunden ist. Die DE-A-44 07 666 zeigt einen Hybridantrieb für Fahrzeuge mit in Reihe angeordnetem Primärmotor und zwei elektrischen Maschinen (Motor/Generator). Durch eine Kupplung kann eine mechanische Verbindung von der Primärmaschine durch die beiden elektrischen Maschinen zu einer Abtriebswelle gebildet werden, um diese ohne Schlupf in den elektrischen Maschinen anzutreiben.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine Lösung für kompaktere, kleinere Hybridantriebe zu schaffen, bei gleicher übertragbarer Antriebsleistung.

Zur Lösung dieser Aufgabe bietet die Erfindung zwei Lösungsmöglichkeiten, die je für sich eine kleinere, kompaktere und preisgünstigere Baueinheit ergeben und deren Vorteile sich bei gemeinsamer Verwendung addieren.

Beide Lösungen gehen von einem Hybridantrieb aus, insbesondere für Fahrzeuge, welcher wenigstens folgende Merkmale ausweist:

- eine erste elektrische Maschine, welche mindestens als Elektromotor betreibbar ist;
- eine zweite elektrische Maschine, welche mindestens als Elektromotor betreibbar ist und einen nicht-rotierbaren Stator und einen relativ dazu rotierbaren Rotor aufweist;
- ein Überlagerungsgetriebe, welches einen Primärmotor-Eingangsteil, welcher mit einem Primärmotor verbindbar oder verbunden ist, einen Maschinen-Eingangsteil, welcher mit dem Rotor der zweiten Elektromaschine verbunden oder verbindbar ist, und einen Abtriebsteil aufweist, wobei alle drei Teile relativ zueinander drehbar angeordnet sind.

Gemäß der einen Lösung der Erfindung ist eine Bremse zum nichtrotierbaren Festhalten des Rotors der zweiten elektrischen Maschine vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß diese zweite elektrische Maschine beim Anfahrvorgang mit dem Primärmotor nicht ein Vielfaches des Motordrehmo-

ments elektrisch abstützen muß, sondern dieses Stützmoment, welches über das Planetengetriebe angestützt werden muß, von der mechanischen Bremse erzeugt werden kann. Beim Anfahren im ersten Gang eines im Antriebsstrang angeordneten automatischen Getriebes tritt bis zu etwa das vierfache Moment des Primärmotors als Stützmoment auf, welches von der elektrischen Maschine beziehungsweise im Falle der Erfindung von der Bremse abgestützt werden muß. Beim Anfahren in einem zweiten Gang würde sich das abzustützende Moment auf das zweifache bis dreifache des Moments des Primärmotors reduzieren. Dadurch kann die zweite elektrische Maschine für das von ihr als Fahrentrieb aufzubringende Drehmoment wesentlich kleiner ausgebildet werden.

Gemäß der anderen Lösung, welche mit der einen Lösung kombinierbar ist, ist die erste elektrische Maschine als Doppelrotationsmaschine in das Überlagerungsgetriebe, vorzugsweise ein Planetengetriebe, integriert. Die Integration ist in der Weise vorgesehen, daß am Primärmotor-Eingangsteil des Überlagerungsgetriebes eine Leistungsteilung der vom Primärmotor erzeugten Leistung einerseits auf ein anderes Teil des Überlagerungsgetriebes und andererseits auf den mit dem Primärmotor-Eingangsteil drehfest verbundenen Teil der ersten Elektromaschine erfolgt. Anschließend erfolgt eine Leistungssummierung einerseits mechanisch im Überlagerungsgetriebe und andererseits elektrisch durch die erste elektrische Maschine auf dem Abtriebsteil. Auch hierdurch ergibt sich eine preisgünstigere, kleinere, kompakte Bauweise und bessere Bauraumaussnutzung als beim Stand der Technik.

Die Erfindung wird im folgenden in Bezug auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 schematisch einen Hybridantrieb nach der Erfindung, insbesondere für Fahrzeuge, und

Fig. 2 schematisch eine weitere Ausführungsform eines Hybridantriebes nach der Erfindung, insbesondere für Fahrzeuge.

In den Fig. 1 und 2 sind einander entsprechende Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszahlen versehen. Die Beschreibung der einen Figur gilt insofern auch als Beschreibung der anderen Figur.

Anstelle der in den Zeichnungen dargestellten Überlagerungsgetriebe können auch andere Arten von Umlaufgetrieben verwendet werden.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten beiden Ausführungsformen der Erfindung haben folgende gemeinsamen Merkmale: eine erste elektrische Maschine E1, eine zweite elektrische Maschine E2 und ein Umlaufgetriebe in Form eines einfachen Planetengetriebes 2.

Das Planetengetriebe 2 enthält ein zentrales Sonnenrad 4, ein Hohlrad 6 und zwischen ihnen Planetenräder 8 eines Planetenträgers 10.

Das Sonnenrad 4 kann direkt oder über eine schaltbare Kupplung K1 mit einem Primärmotor 12 antriebsmäßig verbunden sein. Der Primärmotor 12 ist vorzugsweise ein Verbrennungsmotor, könnte jedoch auch eine Turbine oder jede andere Art von Motor sein. Die Kupplung K1 kann als Anfahrkupplung verwendet werden. Eine die Kupplung K1 mit dem Sonnenrad 4 verbindende Abtriebswelle 14 ist vorzugsweise mit einer zweiten Bremse B2 zum wahlweisen Festsetzen der Abtriebswelle 14 bei geöffneter Kupplung K1 versehen. Wenn die Abtriebswelle 14 von der zweiten Bremse B2 blockiert wird, kann eine Abtriebswelle 16 wahlweise von der einen oder anderen oder beiden elektrischen Maschinen E1 und/oder E2 als Motor angetrieben werden, oder diese elektrischen Maschinen E1 und/oder E2 können als Generatoren Strom erzeugen, indem sie von der

Abtriebswelle 16 angetrieben werden. Der Strom gemäß Pfeilen 19 kann in eine elektrische Einrichtung 18 gespeist werden, beispielsweise in einen Stromspeicher beziehungsweise eine Batterie, aus welcher die elektrischen Maschinen E1 und/oder E2 mit Strom versorgt werden, wenn sie als Motor betrieben werden.

Die Abtriebswelle 16 kann über ein Differentialgetriebe 20 Fahrzeugräder 22 antreiben beziehungsweise von diesen Fahrzeugrädern 22 angetrieben werden.

Die Abtriebswelle 16 ist mit dem Planetenträger 10 drehfest verbunden.

Das Hohlrad 6 des Planetengetriebes 2 ist mit dem Rotor 24 der zweiten elektrischen Maschine E2 drehfest verbunden und durch eine erste Bremse B1 gesteuert zur Rotation freigebbar oder nicht-rotierbar festsetzbar. Der Stator 26 der zweiten elektrischen Maschine E2 ist nicht-rotierbar ortsfest angeordnet. Die erste Bremse B1 kann anstelle der Kupplung K1 als Anfahrkupplung verwendet werden. Für diesen Fall kann die Kupplung K1 ständig geschlossen sein oder die Antriebswelle 14 ohne Verwendung einer solchen Kupplung K1 direkt mit dem Primärmotor 12 drehfest verbunden sein.

Beim Anfahren des mit dem Hybridantriebes versehenen Fahrzeuges mit der Kupplung K1 als Anfahrkupplung, jedoch auch während des Fahrbetriebes, muß das vom Primärmotor 12 im Planetengetriebe 2 erzeugte Drehmoment am Hohlrad 6 abgestützt werden. Dieses Abstütz-Moment wird vorzugsweise nicht von der zweiten elektrischen Maschine E2 erzeugt, sondern durch Schließen der ersten Bremse B1. Gerade beim Anfahren eines Fahrzeuges in einem niedrigen Gang eines Fahrzeuggetriebes (nicht dargestellt, vor oder nach dem Planetengetriebe 2 angeordnet) kann das am Hohlrad 6 abzustützendes Drehmoment bis viermal höher oder noch höher sein als das vom Primärmotor 12 erzeugte Drehmoment. Ohne die Verwendung der ersten Bremse B1 müßte deshalb die zweite elektrische Maschine E2 für eine vierfach höhere Leistung gebaut sein um das Drehmoment des Primärmotors 12 abzustützen. Durch Verwendung der ersten Bremse B1 genügt es, die zweite elektrische Maschine E2 nur so groß zu bauen, daß sie als Motor eine ausreichende Leistung für den Antrieb des Fahrzeuges hat.

Das vorstehend genannte, in den Zeichnungen nicht dargestellte Fahrzeuggetriebe ist vorzugsweise ein Automatikgetriebe mit einem variablen Untersetzungsverhältnis. Es kann im Antriebsstrang vor oder nach dem Planetengetriebe 2 angeordnet sein. Die Erfindung ist auch ohne ein solches Getriebe verwendbar und außerdem nicht auf die Verwendung für Land-Fahrzeuge beschränkt, sondern kann auch für Wasser-Fahrzeuge und Luft-Fahrzeuge oder ortsfeste Maschinen verwendet werden.

Die erste elektrische Maschine E1 ist eine Doppelrotationsmaschine, da nicht nur ihr radial innengelegener Maschinenteil 30 (Rotor), sondern auch ihr radial außerhalb von diesem Maschinenteil 30 gelegener Maschinenteil 32 (Stator) drehbar angeordnet ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist der radial innere Maschinenteil 30 (Rotor) der ersten elektrischen Maschine E1 drehfest mit dem Sonnenrad 4 verbunden und über eine zweite schaltbare Kupplung K2 mit der Abtriebswelle 16 und dem Planetenträger 10 wahlweise drehfest verbindbar oder davon trennbar. Durch Schließen der zweiten Kupplung K2 entsteht mechanisch eine drehfeste Verbindung und dadurch ein Direktantrieb vom Primärmotor 12 zu der Abtriebswelle 16, weil hierbei das Planetengetriebe 2 in sich blockiert ist.

Der radial äußere Maschinenteil 32 (Stator) ist bei der Ausführungsform nach Fig. 1 mit dem Planetenträger 10 und damit auch mit der Abtriebswelle 16 drehfest, gemein-

sam rotierbar, verbunden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der radial innen gelegene Maschinenteil 30 (Rotor) der ersten elektrischen Maschine E1 mit dem Planetenträger 10 und der Abtriebswelle 16 drehfest verbunden und über eine zweite Kupplung K2 mit dem Sonnenrad 4 und der Antriebswelle 14 drehfest verbindbar, so daß bei geschlossener zweiter Kupplung K2 das Planetengetriebe 2 in sich blockiert ist und der Primärmotor 12 antriebsmäßig direkt mit der Abtriebswelle 16 verbunden ist.

Der radial äußere Maschinenteil 32 (Stator) der ersten elektrischen Maschine E1 ist drehfest mit dem Sonnenrad 4 und deren Antriebswelle 14 verbunden.

Sowohl in Fig. 1 als auch in Fig. 2 sind die Teile des Hybridantriebes in folgender Reihenfolge nacheinander angeordnet:

Primärmotor 12, erste Kupplung K1, zweite Bremse B2, Planetengetriebe 2, erste elektrische Maschine E1, zweite elektrische Maschine E2.

Die elektrische Maschine E1 ist in den Planetenträger 10 integriert. Mindestens der radial innere Maschinenteil 30 (Rotor) der ersten elektrischen Maschinen E1, vorzugsweise aber auch entsprechend den Fig. 1 und 2 der zugehörige radial äußere Maschinenteil 32 (Stator), ist radial innerhalb von Stegen 34 des Planetenträgers 10 angeordnet, an welchen die Planetenräder 8 je drehbar angeordnet sind.

Die erste Bremse B1 ist vorzugsweise entsprechend den Fig. 1 und 2 auf der von dem Planetengetriebe 2 abgewandten Seite der zweiten elektrischen Maschine E2 angeordnet.

Je nach dem, welche der Kupplungen K1 und/oder K2 und/oder der Bremsen B1 und/oder B2 geöffnet oder geschlossen ist oder sind, kann die Abtriebswelle 16 nur vom Primärmotor 12 oder nur von einer oder von beiden der elektrischen Maschinen E1 und/oder E2 oder von allen drei Antriebseinheiten angetrieben werden, oder die elektrischen Maschinen E1 und/oder E2 von der Abtriebswelle 16 angetrieben werden und als Generator wirken, oder die erste elektrische Maschine E1 vom Primärmotor 12 angetrieben werden und als Generator wirken.

Bei beiden Ausführungsformen nach den Fig. 1 und 2 erfolgt eine Leistungsteilung der vom Primärmotor 12 erzeugten Abtriebsleistung einerseits mechanisch vom Sonnenrad 4 über die Planetenräder 8 auf den Planetenträger 10 und andererseits elektrisch von dem Sonnenrad 4 über die erste elektrische Maschine E1 auf den Planetenträger 10, wie dies durch Pfeile 36 und 38 angegeben ist.

Wenn das Sonnenrad 4 nicht-rotierend festgehalten wird, entweder von der zweiten Bremse B2 oder dem Primärmotor 12, kann die Abtriebswelle 16 von der einen elektrischen Maschine E1 und/oder von der anderen elektrischen Maschine E2 rein elektrisch angetrieben werden. Wenn die Abtriebswelle 16 von beiden elektrischen Maschinen E1 und E2 gleichzeitig angetrieben wird, dann werden ihre Leistungen am Planetenträger 10 summiert.

#### Patentansprüche

1. Hybridantrieb, insbesondere für Fahrzeuge, enthaltend mindestens eine erste elektrische Maschine (E1), welche mindestens als Elektromotor betreibbar ist; eine zweite elektrische Maschine (E2), welche mindestens als Elektromotor betreibbar ist und einen nicht-rotierbar angeordneten Stator und einen relativ dazu rotierbaren Rotor aufweist; ein Überlagerungsgetriebe (2), welches einen Primärmotor-Eingangsteil (4), welcher mit einem Primärmotor (12) verbunden oder verbindbar ist, einen Maschinen-Eingangsteil (6), welcher mit dem Rotor (24) der zweiten elektrischen Maschine

(E2) verbunden oder verbindbar ist, und einen Abtriebsteil (10) aufweist, wobei alle drei Teile (4, 6, 10) relativ zueinander drehbar angeordnet sind; **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Bremse (B1) zum nicht-rotierbaren Festsetzen des Rotors (24) der zweiten elektrischen Maschine (E2) vorgesehen ist. 5

2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremse (B1) als Anfahrkupplung zum Anfahren des Abtriebsteils (16) für eine Situation ausgebildet ist, wo der Motor-Eingangsteil (4) des Überlagerungsgetriebes (2) mit einem Primärmotor (12) drehfest verbunden ist. 10

3. Hybridantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Motor-Eingangsteil (4) des Überlagerungsgetriebes (2) eine Anfahrkupplung (K1) antriebsmäßig vorgeordnet ist. 15

4. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (32) und der Rotor (30) der ersten elektrischen Maschine (E1) je ein rotierbar angeordnetes Maschinenteil ist, vom welchem das eine Maschinenteil (30; 32) mit dem Motor-Eingangsteil (4) und das andere Maschinenteil (32; 30) mit dem Abtriebsteil (10) des Überlagerungsgetriebes (2) je drehfest verbunden oder verbindbar ist. 20

5. Hybridantrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das überlagerungsgetriebe (2) eine der Position des Primärmotors (12) zugewandte Antriebsseite und eine dazu abgewandte Abtriebsseite aufweist, und daß die beiden Maschinenteile (30, 32) der ersten elektrischen Maschine (E1) auf der Abtriebsseite des Umlaufgetriebes (2) angeordnet sind. 25

6. Hybridantrieb nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor-Eingangsteil (4) und der Abtriebsteil (10) des Überlagerungsgetriebes (2) durch eine zwischen ihnen angeordnete schaltbare Kupplung (K2) miteinander verbindbar beziehungsweise voneinander trennbar sind. 30

7. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Bremse (B2) zum nicht-rotierbaren Festsetzen des Eingangsteils (4) des Überlagerungsgetriebes (2). 35

8. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Überlagerungsgetriebe (2) ein Planetengetriebe ist, welches mindestens ein zentrales Sonnenrad (4), einen Planetenträger (10) mit Planetenrädern (8) und ein Hohlrad (6) aufweist. 40

9. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor-Eingangsteil das Sonnenrad (4), der Maschineneingangsteil das Hohlrad (6) und der Abtriebsteil der Planetenträger (10) des Planetengetriebes (2) ist. 45

---

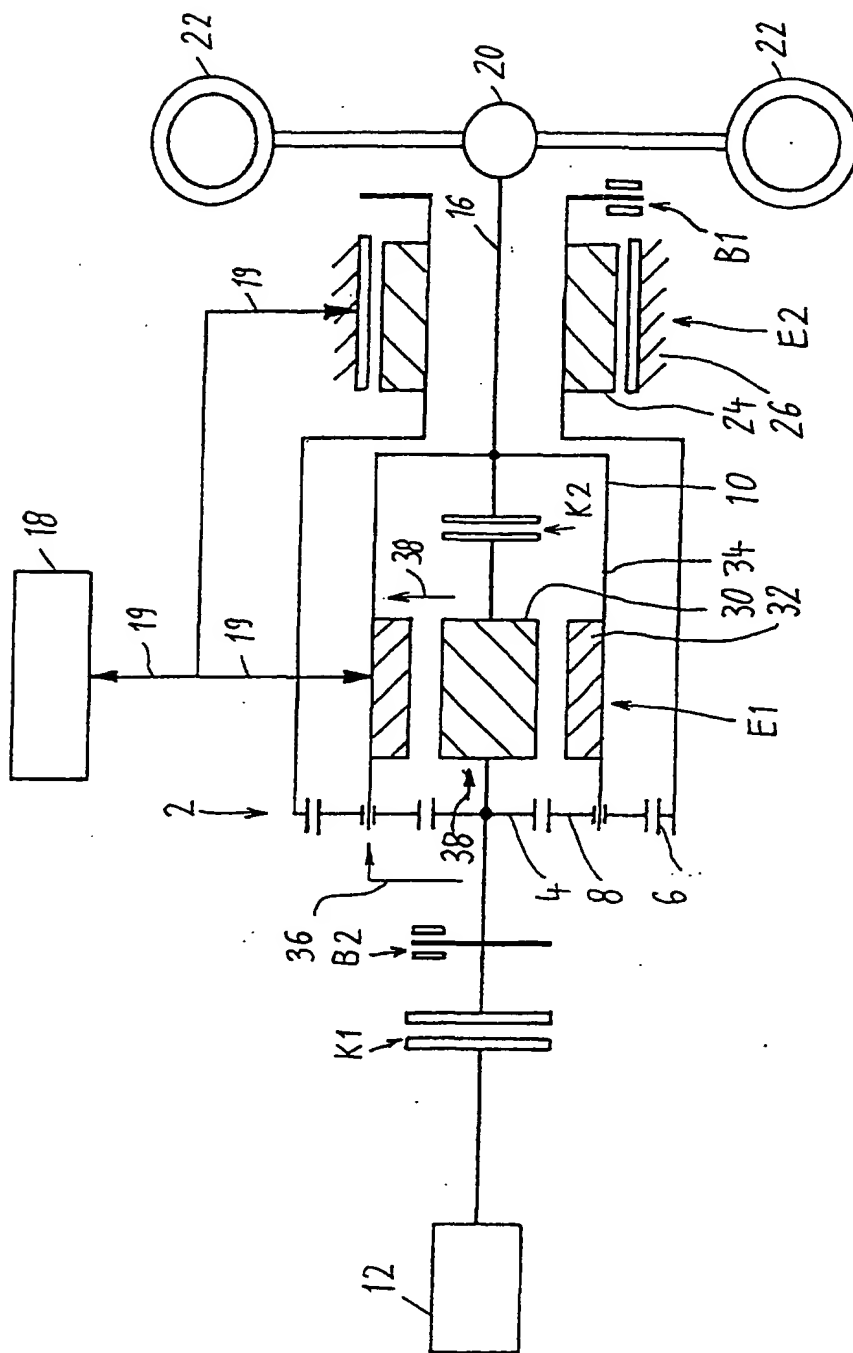
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65



19

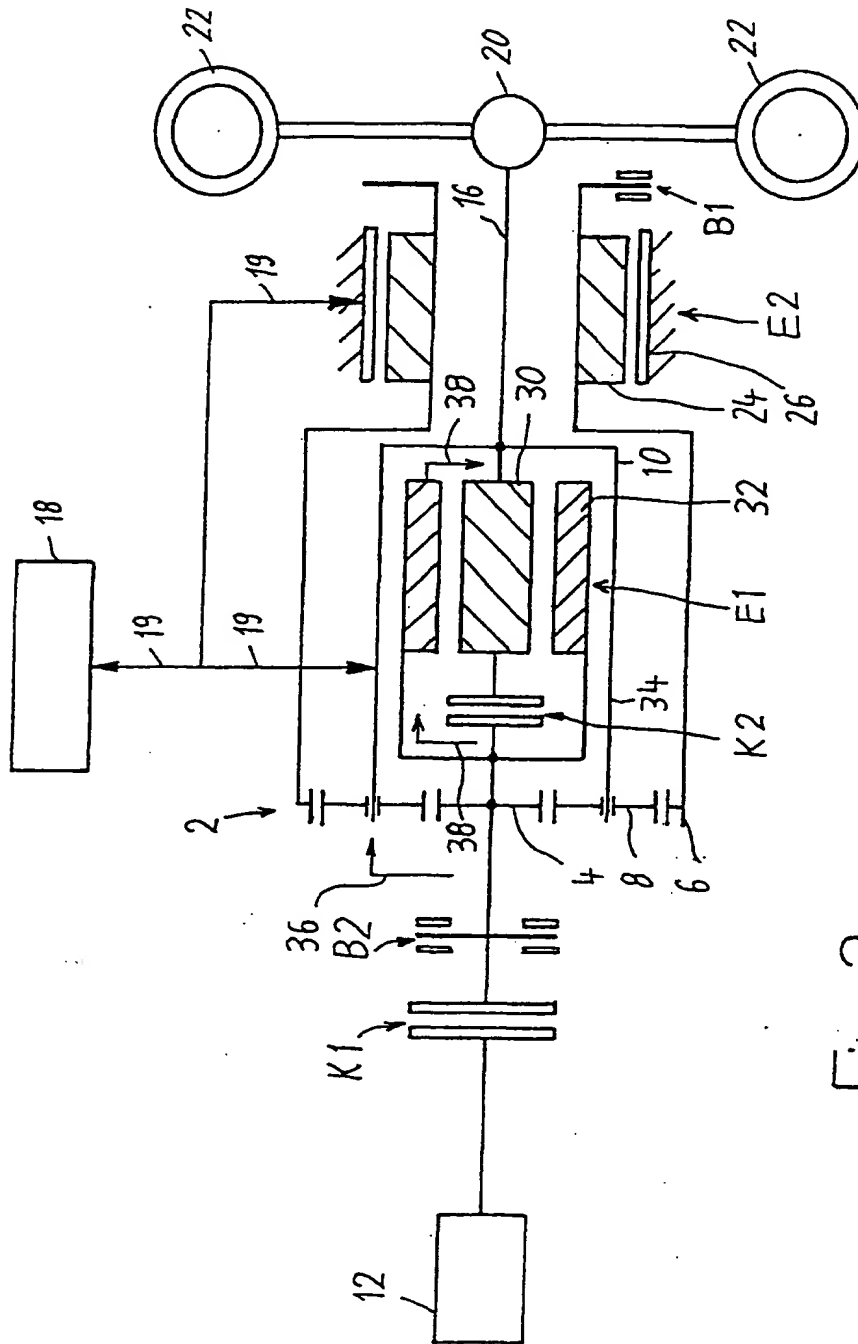


Fig. 2